

D4



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets

(11) Veröffentlichungsnummer:

EP 0 137 467

A2

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: 84111955.5

(61) Int. Cl. 4: C 01 B 3/26

(22) Anmeldetag: 05.10.84

C 01 B 3/02, C 01 C 1/04

(30) Priorität: 12.10.83 DE 3337078

(71) Anmelder: M.A.N. MASCHINENFABRIK  
AUGSBURG-NÜRNBERG Aktiengesellschaft  
Dachauer Strasse 687 Postfach 50 06 20  
D-8000 München 50(DE)

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
17.04.85 Patentblatt 85/18

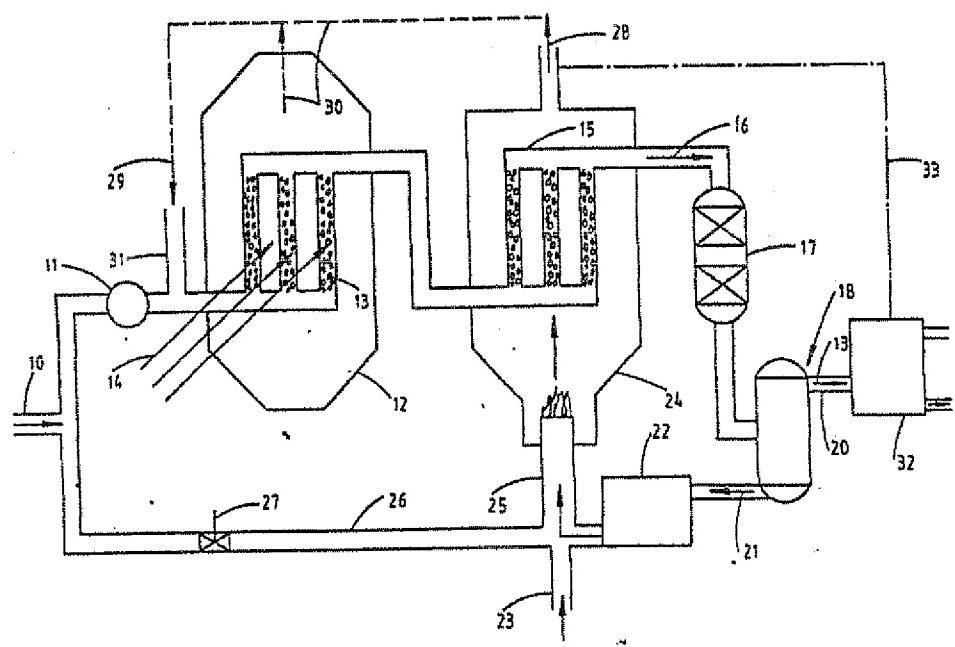
(72) Erfinder: Melchior, Eckhard, Dr. Dipl.-Phys. Dr.Ing.  
von-Rückteschell-Weg 7  
D-8080 Dachau(DE)

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
BE CH DE FR IT LI SE

(54) Verfahren und Vorrichtung zum Herstellen von Synthesegas.

(55) Verfahren und Vorrichtung zum Herstellen von Synthesegas, insbesondere Wasserstoff (19) durch Umsetzung von Brennstoff an Katalysatoren (13, 16) unter Einwirkung von Wärme. Zur Reduzierung von Brennstoff-Energieverlusten bei derartigen chemischen Prozessen werden die Katalysatoren zumindest teilweise durch direkte oder Indirekte Sonnenenergieseinwirkung beheizt. Die aus dem chemischen Prozeß nach Trennung des Synthesegases entfallenden Reaktionsprodukte (21) werden zur Beheizung eines einen weiteren Katalysator (16) enthaltenden Reformerovens (24) verbrannt. Die Rauchgasabwärme (28) wird zur Herstellung von Dampf (29) genutzt. Die Anlage kann direkt mit einer Ammoniak-Syntheseanlage verbunden werden.

EP 0 137 467 A2



1 M.A.N. MASCHINENFABRIK AUGSBURG-NÖRNBERG  
Aktiengesellschaft  
gü/sd

5

München, 11. Oktober 1983

10 Verfahren und Vorrichtung zum Herstellen von Synthesegas

15 Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Herstellen von Synthesegas, insbesondere Wasserstoff, durch Umsetzen von Brennstoff an Katalysatoren unter Einwirkung von Wärme.

20 Synthesegase werden in großen Mengen als Mischprodukte für die Herstellung von Produkten wie Kohlenwasserstoffen, Alkoholen, Ammoniak erzeugt. Während des Ablaufes der chemischen Prozesse bei der Herstellung derartiger Synthesegase treten große Exergieverluste auf, die durch die Exergie fossiler Brennstoffe, vorwiegend solcher auf 25 Petroleumbasis, gedeckt werden.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren der eingangs genannten Art zu schaffen, mit dem die Brennstoff-Exergieverluste reduziert werden können.

30 Die Aufgabe ist erfindungsgemäß durch die im Anspruch 1 gekennzeichneten Merkmale gelöst..

-2-

- 1 Durch die Einkopplung der Sonnenenergie in den Katalysator bzw. Dampfreformer wird zumindest ein Teil der hochwertigen Brennstoffe ersetzt, so daß die Durchführung des Prozesses mit einem sehr günstigen thermodynamischen Wirkungsgrad  
5 möglich ist.

Die Beheizung durch Sonnenenergie kann direkt durch Ausbildung des Katalysators bzw. des Dampfreformers als Solarabsorber oder indirekt mit Zwischenwärmeträgern erfolgen.

10

Vorzugsweise werden zwei Katalysatoren in Reihe verwendet, von denen der in Strömungsrichtung erst angeordnete durch Solarenergie beheizt wird und der zweite durch Verbrennung des Restproduktes aus dem Synthesegas-Herstellungsprozeß  
15 beheizt wird.

Hierdurch ist ein autarker, kontinuierlicher Betrieb des chemischen Prozesses möglich, bei dem die Restprodukte nicht für anderweitige Verwertung wegtransportiert werden  
20 muß, sondern zur weiteren Einsparung von Brennstoffenergie im eigenen Prozeß verwertet wird. Die Restwärme aus den Rauchgasen kann ferner vorteilhaft zur Herstellung von Prozeßdampf genutzt werden.

26 Gemäß einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung wird das Verfahren zur Herstellung von Ammoniak über Synthesegas verwendet. Hierbei kann zur erforderlichen Luft- und Einsatzstoffen-Erwärmung ebenfalls die Restwärme aus den Rauchgasen verwendet werden.

30

35

- 1 In vielen sonnenreichen Ländern ist Ammoniak für die Düngemittel-Herstellung oft das erste Produkt einer beginnenden Industrialisierung daß am Herstellungs-ort bzw. in der Umgebung verbraucht wird und durch das erfindungs-gemäße Verfahren am Verbrauchs-ort hergestellt werden kann, was teuere Infrastrukturen, wie z.B. Stromverteilungs-Netze oder Pipeline-Systeme bei Fernenergie-Systeme ein-spart.
- 10 Die unterhalb der Prozeßtemperatur verfügbare Rauchgas-wärme aus der Verbrennung der Restprodukte kann dabei voll-ständig zur Herstellung von erforderlichem Prozeßdampf und zur Vorwärmung von Luft und Einsatzstoffen für den Ammoniak-Prozeß ausgenutzt werden. Diese Abwärmenutzung
- 15 führt zu energieautarken Anlagen und damit zusätzlich zu einem großen Gesamtnutzungsgrad der Solarenergie.

Die Erfindung erstreckt sich auf eine Vorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens, die durch

20 die Merkmale des Anspruches 5 gekennzeichnet ist.

Die Unteransprüche 6 bis 8 kennzeichnen vorteilhafte Ausführungen der erfindungsgemäßen Vorrichtung.

- 25 Das Verfahren wird nachstehend anhand der Zeichnung näher beschrieben.

Über eine Brennstoff-, insbesondere Erdgas-Zuleitung 10 und einer Förderpumpe 11 wird das Rohprodukt einem

30 in einem Reformer 12 angeordneten Katalysator 13 zur Herstellung von Wasserstoff zugeführt. Der Katalysator 13 ist als Solarabsorber ausgebildet und den Solarstrahlen 14 ausgesetzt. Dem ersten Katalysator 13 ist ein Sekundär-Katalysator 15 nachgeschaltet. Das in den Katalysatoren 13

35 und 15 umgesetzte Erdgas 16 wird über einen CO-Converter 17

1 einem Druckwechseladsorptions-Wäscher 18 zugeleitet, in  
dem der Wasserstoff 19 getrennt und über eine Ausgangs-  
leitung 20 abgeführt wird. Das Restprodukt bzw. Restgas 21  
wird einem Speicher 22 zugeführt, aus dem das brennbare  
5 Produkt unter Zuführung von Luft 23 in einem Reformer-  
ofen 24 bei Bedarf zur Beheizung des Sekundär-Katalysators  
15 verbrannt wird, wenn zur Erhaltung eines kontinuierlichen  
Betriebes nicht ausreichende Sonnenenergie 14 zur Verfügung  
steht. Die Brennstoffluftzufuhr 25 für den Reformerofen 24  
10 ist über eine Leitung 26 und ein Ventil 27 mit der  
Brennstoffzufuhr 10 verbunden, so daß bei länger anhalten-  
dem Sonnenstrahlenausfall nach Verbrauch des gespeicher-  
ten Restproduktes der Reformerofen 24 mittels Primär-  
energie weiter in Betrieb gehalten werden kann.

15

Die Endtemperatur des Primärreformers 12 wird so gewählt,  
daß - ähnlich einem Braun-Purifier-Prozeß oder bei nach-  
geschaltetem Druckwechseladsorptions-Prozeß - ein großer  
Teil des Methans nicht umgesetzt wird. Das ermöglicht  
20 mildere Bedingungen für den Betrieb der Katalysatorrohre  
15 im Reformerofen 24 und nach Trennung des Wasser-  
stoffes 19 von den übrigen Reaktionsprodukten 21, die  
Restgase 21 zur fossilen Stützung des Prozesses in Zeiten  
einsetzen, während deren Solarbetrieb nicht möglich ist,  
25 wie z.B. in der Nacht, bei Abschattung durch Wolken, und  
damit die Aufrechterhaltung eines kontinuierlichen Be-  
triebes.

Die Sonnenenergie sowie die Wärmeenergie aus den Rauch-  
30 gasen 28 vom Reformerofen 24 werden zur Erzeugung von  
Dampf 29 verwendet, wie es mit den gestrichelten Linien  
angedeutet wird. Der Dampf 29 wird für den Reformierungs-  
Prozeß über eine Zuleitung 31 dem Brennstoff beigemischt.

35

7.2216  
11.10.1983

- 1 Die hier beschriebene Anlage wird bei der Verwendung des Wasserstoffes 19 zur Herstellung von Ammoniak an eine Ammoniaksyntheseanlage, die allgemein mit der Ziffer 32 gekennzeichnet ist, angeschlossen. Hierbei wird die
- 5 unterhalb der Prozeßtemperatur verfügbare Rauchgaswärme 28 außer zur Herstellung des Dampfs 29 zur Vorwärmung (33) von Luft- und Einsatzstoffen für den Ammoniak-Prozeß ausgenutzt. Die gesamte Anlage stellt somit eine energieautarke Anlage dar, bei der nicht nur Primärenergie
- 10 eingespart wird, sondern auch Transport- bzw. unter Umständen lange Rohrleitungen entfallen.

Durch die Einkopplung der Solarenergie in einen derartigen Prozeß wird außerdem ein besserer exergetischer

- 15 Wirkungsgrad als bei anderen Solarenergie-Nutzungssystemen, wie z.B. zur Stromerzeugung, erlangt.

Anstelle den Katalysator als Solarabsorber auszubilden, kann die Beheizung desselben durch Solarenergie auch

- 20 mittelbar unter Verwendung von Zwischenwärmeträgern, z.B. ein Fluid erfolgen.

25

30

35

7.2216  
11.10.1983

1 M.A.N. MASCHINENFABRIK AUGSBURG-NÖRNBERG  
Aktiengesellschaft  
gÜ/sd

5

München, 11. Oktober 1983

10

P a t e n t a n s p r ü c h e

- 15 1. Verfahren zum Herstellen von Synthesegas, insbesondere Wasserstoff, durch Umsetzung von Brennstoff an Katalysatoren unter Einwirkung von Wärme, dadurch gekennzeichnet, daß die Katalysatoren (13, 14) zumindest teilweise durch direkte oder indirekte Sonnenenergieeinwirkung beheizt werden.
- 20 2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zwei Katalysatoren (13, 15) in Reihe geschaltet werden, von denen der in Strömungsrichtung erst angeordnete (13) durch Solarenergie (14) beheizt wird, und daß der zweite durch Verbrennung des Restproduktes (21) aus dem Synthesegas-Herstellungsprozeß beheizt wird.
- 25 3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Verfahren zur Herstellung von Ammoniak über Synthesegas verwendet wird.

30

7.2216

- 1        4. Verfahren nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß die unterhalb der Prozeßtemperatur verfügbare Rauchgaswärme aus der Verbrennung des Restproduktes (21) zur Erzeugung von Prozeßdampf (29) und/oder zur Vorwärmung von Luft und Einsatzstoffen (33) für den Ammoniakprozeß ausgenutzt wird.
- 5        5. Vorrichtung zum Durchführen des Verfahrens nach Anspruch 1, mit mindestens einem Katalysator, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens ein Katalysator (13) mit Sonnenenergie (14) beheizbar ist.
- 10      6. Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens ein Katalysator (13) als Solarenergie-Absorber ausgebildet ist.
- 15      7. Vorrichtung nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß ein zweiter Katalysator (15) vorgesehen ist, der durch Verbrennung der Restprodukte (21) aus dem Synthese-Herstellungs-Prozeß beheizbar ist.
- 20      8. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß ein Speicher (22) für die Restprodukte (21) des Synthese-Herstellungsprozesses vorgesehen ist.
- 25      9. Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß ein den Katalysator (13) enthaltender Reformer bzw. Reformerofen (12) als Solarkollektor ausgebildet ist.
- 30

- 11 -

0137467

